

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-239761

(43)Date of publication of application : 28.08.2002

(51)Int.Cl.

B23K 26/00

G01N 21/71

(21)Application number : 2001-034232

(71)Applicant : SANYO MACH WORKS LTD

(22)Date of filing : 09.02.2001

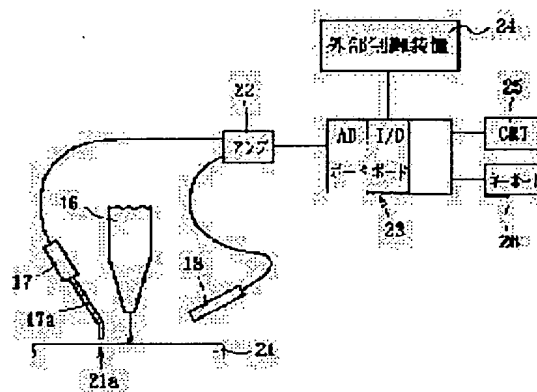
(72)Inventor : KOBARI TOSHIO  
ISHIHARA KOICHI

## (54) METHOD AND DEVICE FOR MONITORING LASER BEAM WELDING

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To perform a reliable monitoring the procedure of laser beam welding.

SOLUTION: Normal/defective welding is decided in real time and nondestructively by capturing such various proxy signals as a plasma and heat which are generated during the laser beam welding, monitoring whether these are generated homogeneously or not, and comparing the signal with the preliminarily collected signal which is obtained in a case in which the welding is normally performed.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Best Available Copy

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-239761

(P2002-239761A)

(43) 公開日 平成14年8月28日 (2002.8.28)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
B 2 3 K 26/00  
G 0 1 N 21/71

識別記号  
3 1 0

F I  
B 2 3 K 26/00  
G 0 1 N 21/71

テ-マコ-ト\* (参考)  
P 2 G 0 4 3  
3 1 0 Z 4 E 0 6 8

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2001-34232(P2001-34232)

(22) 出願日 平成13年2月9日 (2001.2.9)

(71) 出願人 000177128

三洋機工株式会社

愛知県西春日井郡西春町大字沖村字岡1番地

(72) 発明者 小播 利雄

愛知県西春日井郡西春町大字沖村字岡1番地 三洋機工株式会社内

(72) 発明者 石原 弘一

愛知県西春日井郡西春町大字沖村字岡1番地 三洋機工株式会社内

(74) 代理人 100064584

弁理士 江原 省吾 (外3名)

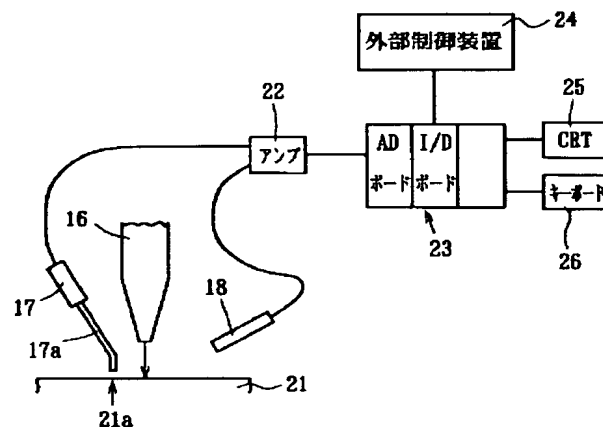
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ溶接のモニタリング方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 レーザ溶接の進行過程において、信頼性の高いモニタリングを行う。

【解決手段】 レーザ溶接中に発生するプラズマや熱などのさまざまな代理信号を捕捉し、これらが均一に発生しているかどうか監視することにより、また、予め収集しておいた良好な溶接の場合の信号と比較することにより、リアルタイムに、かつ非破壊で、溶接の良否を判定する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザ溶接の過程にセンサによって得た計測値を用いて溶接品質のモニタリングをするにあたり、各センサの計測値につき、溶接時間または距離に関してプロットした計測値の100%NG領域を定める上下限曲線を設定するとともに、前記上限曲線および下限曲線の内側にそれぞれ許容領域を設け、100%OK領域から許容領域に食み出した計測値曲線部分の総面積値に基づいて溶接不良の確率を算出し、すべてのセンサの計測値についての溶接不良の確率の積算値に基づいて溶接品質の良否を判定することを特徴とするレーザ溶接のモニタリング方法。

【請求項2】 レーザ溶接の過程にセンサによって得た計測値を用いて溶接品質のモニタリングをするにあたり、各センサの計測値につき、溶接時間または距離に関してプロットした計測値の100%NG領域を定める上下限曲線を設定するとともに、前記上限曲線および下限曲線の内側にそれぞれ許容領域を設け、100%OK領域から許容領域に食み出した計測値曲線部分の時間または距離の積算値に基づいて溶接品質の不良の確率を算出し、すべてのセンサの計測値についての溶接不良の確率の積算値に基づいて溶接品質の良否を判定することを特徴とするレーザ溶接のモニタリング方法。

【請求項3】 レーザ溶接の過程にセンサによって得た計測値を用いて溶接品質のモニタリングをするにあたり、溶接時間または距離に関してプロットした計測値の100%OK領域を定める上下限曲線を設定し、計測値曲線が100%OK領域から食み出さない範囲で前記上下限曲線に限りなく近付くとき、計測値を全溶接時間または距離に亘って積分し、その積分値に基づいて溶接品質の良否を判定することを特徴とするレーザ溶接のモニタリング方法。

【請求項4】 複数のセンサの計測位置が異なる場合に、所定の基準位置から各センサまでの距離と溶接速度に基づいて、当該センサの時間軸の零点補正を行なうことを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載のレーザ溶接のモニタリング方法。

【請求項5】 レーザ溶接の過程にセンサから得られた計測値を代理信号として用いて溶接品質のモニタリングを行うための装置において、プラズマセンサと温度センサを共通のハウジングに格納し、溶接部からの投射光をビームスプリッタで分光して前記各センサに入射させ、かつ、前記温度センサに、溶融地からの入射光を遮光するプロテクタを設けたことを特徴とするレーザ溶接のモニタリング装置。

【請求項6】 複数のセンサの計測位置が異なる場合に、所定の基準位置から各センサまでの距離と溶接速度に基づいて、当該センサの時間軸の零点補正を行なうことを特徴とする請求項5に記載のレーザ溶接のモニタリング装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レーザ溶接の進行過程に得られる種々代理信号に基づいて溶接品質の良否の判定ないしは監視をするようにしたレーザ溶接のモニタリングに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術および発明が解決しようとする課題】溶接品質の検査にはいろいろな方法が採られてきた。溶接品の場合に最も強く要求される特性は継手の強度である。継手の品質を確かめる手段のうち最も確かな方法は接合された部分を切り取って強度試験を行うことである。しかし、このように接合部を破壊してしまう試験は、当然ながら製品自身を破壊するので実際には全製品に適用することができない。任意に抜き取ったものを試験して、抜き取った間に生産されたものはそのものと同等の品質を持っていると予想しているだけにすぎない。レーザ溶接は複雑な因子が組み合わさっていることや生産量が多いこともあり抜き取り検査だけの管理は心もとない。何らかのインラインでのモニタリングが必要となる。

【0003】ところが、レーザ加工を生産現場で用いようとすると、レーザ設備が高価なために生産タクトを短くして生産性を高めることが普通である。さらには生産コストの低減のためレーザ設備は無人運転の場合が多いので、不良の発生を直ちに検知する手段を備えていないと、あつという間に多くの不良品を抱えることとなる。もし検査手段が信頼性の低いものであれば、NG品までも良品として送り出したり、逆にそのたびに設備を停止したりして非常に効率の悪い生産となってしまふ。

【0004】そこで、本発明の主要な目的は、レーザ溶接の進行過程において、信頼性の高い溶接品質のモニタリングを行うことにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明のレーザ溶接のモニタリング方法は、100%NG領域と100%OK領域との間に、不良の度合いによっては良品として許容し得るものを含む領域すなわち許容領域を設けたことを特徴とするものである。上下限を狭く設定して当該上下限を超えたら100%NGとする品質管理の手法は明確ではあるが、不良率が高くなって歩留まりが悪い。ある代理信号についての計測値が許容領域に属するワークは、100%NGではないが、かといって100%OKでもなく、設定値いかにによってどちらにも振り分けることのできるものである。したがって、100%NG領域を定める上下限の内側に許容領域を設け、この許容領域を適切な範囲に設定することにより、100%NG品を確実に排除しつつNG率を低く抑えることが可能となる。また、たとえば突発的に異常な計測値が記録されていて100%OKとは判定できないワークであっても、溶接部全体として見たときにそれが必ずしも溶接品質の欠陥

と判断されるべき事象ではない場合もある。そのようなワークをNG品として排除することは本来良品として扱われるべきものを排除することになるため歩留まりを悪くする。

【0006】なお、センサによって得られる計測値を時間または距離成分に関連付けて記録しておくことにより、溶接後に、異常または欠陥のワーク上における位置を特定することができる。

【0007】請求項1の発明は、レーザ溶接の過程にセンサによって得た計測値を用いて溶接品質のモニタリングをするにあたり、各センサの計測値につき、溶接時間または距離に関してプロットした計測値の100%NG領域を定める上下限曲線を設定するとともに、前記上限曲線および下限曲線の内側にそれぞれ許容領域を設け、100%OK領域から許容領域に食み出した計測値曲線部分の総面積値に基づいて溶接不良の確率を算出し、すべてのセンサの計測値についての溶接不良の確率の積算値に基づいて溶接品質の良否を判定することを特徴とするレーザ溶接のモニタリング方法である。

【0008】請求項2の発明は、レーザ溶接の過程にセンサによって得た計測値を用いて溶接品質のモニタリングをするにあたり、各センサの計測値につき、溶接時間または距離に関してプロットした計測値の100%NG領域を定める上下限曲線を設定するとともに、前記上限曲線および下限曲線の内側にそれぞれ許容領域を設け、100%OK領域から許容領域に食み出した計測値曲線部分の時間または距離の積算値に基づいて溶接品質の不良の確率を算出し、すべてのセンサの計測値についての溶接不良の確率の積算値に基づいて溶接品質の良否を判定することを特徴とするレーザ溶接のモニタリング方法である。

【0009】請求項3の発明は、レーザ溶接の過程にセンサによって得た計測値を用いて溶接品質のモニタリングをするにあたり、溶接時間または距離に関してプロットした計測値の100%OK領域を定める上下限曲線を設定し、計測値曲線が100%OK領域から食み出さない範囲で前記上下限曲線に限りなく近付くとき、計測値曲線を全溶接時間または距離に亘って積分し、その積分値に基づいて溶接品質の良否を判定することを特徴とするレーザ溶接のモニタリング方法である。

【0010】請求項4および請求項6の発明は、複数のセンサの測定位置が異なる場合に、測定位置間の距離と溶接速度に基づいて各センサからのデータの時間軸を補正することを特徴とする。複数のセンサの測定位置が異なる場合、ある特定の時点における各センサからのデータは、異なる位置の情報であって同一の測定位置に関する情報ではないため、データの時間軸に補正をかけることによって、より正確で信頼性の高いモニタリングが可能となる。

【0011】本発明のレーザ溶接のモニタリング装置

は、レーザ溶接の過程にセンサから得られた計測値を代理信号として用いて溶接品質のモニタリングを行うための装置において、プラズマセンサと温度センサを共通のハウジングに格納し、溶接部からの投射光をビームスプリッタで分光して前記各センサに入射させ、かつ、前記温度センサに、溶融地からの入射光を遮光するプロテクタを設けたことを特徴とする（請求項5）。

【0012】プラズマセンサによってプラズマの紫外線強度を計測し、温度センサによって溶接部の赤外線強度を計測する。たとえばスペース上の制約から溶接部の周囲に複数のセンサを設置することができない場合などに有利である。また、温度センサに、溶融地からの入射光を遮光するプロテクタを設けることで、たとえば溶融池をはずした凝固点近傍の温度を計測することができる。温度センサとしては、たとえばフォトダイオードを使用し、波長選択フィルタを介して受光した赤外線の強度に応じた電気信号を計測値として得る。ここで、凝固点近傍とは、溶融池を外した位置、つまり、溶接の進行方向で見て溶融池から僅かに後退した位置であって凝固が始まりつつある位置をいうものとする。溶接部の温度をモニタリングのための代理信号として用いることは知られているが、従来、レーザ出射ノズルの下方の溶接スポットすなわち溶融池の温度を測定するのが一般的である。しかしながら、溶融池は温度自体が高いことからその変動の幅も比較的大きく、安定した計測値が得にくいといった問題がある。これに対し、凝固点近傍では溶融池に比べて温度が低下しており、その変化も比較的緩慢であるため、安定した計測値が得られる。その結果、信頼性の高いモニタリングが実現する。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、図面に例示した本発明の実施の形態を説明する。

【0014】まず、図6に従ってレーザ溶接の概要を説明すると、レーザ溶接はレーザビームを照射して行う溶接であって、レーザ発振器から出射されたレーザビーム1が伝送光学系を通じて加工ヘッドに導かれ、集光光学系2を経て加工物3に照射される。レーザビームを集光すれば焦点でのパワー密度が非常に高くなるため、これを加工物3に照射すると、そのエネルギーが吸収され加工物の表面温度が急激に上昇し、沸点に到達するに至る。高いパワー密度でいったん溶込みが発生すると、急激に吸収率が上昇して蒸発を開始し、蒸気の圧力で周囲の融液が押しつけられてキーホール7が形成される。キーホール7内や母材表面では輝度の高いプラズマ8が発生する。図中、符号9は溶融池を示す。また、レーザ溶接中は符号4で示すようにスパッタと呼ばれる細かな溶融金属が飛散する。

【0015】図1に示す実施の形態では、加工物すなわちワーク21にレーザ出射ノズル16からレーザビームを照射してレーザ溶接を行うようにしたレーザ溶接機に

において、温度センサ17とプラズマセンサ18を別々に設置し、アンプ22を介してADボードおよびI/Dボードを有するコントローラ23に接続し、このコントローラ23に外部制御機器24、CRT25、キーボード26を接続してある。温度センサ17としては、波長選択フィルタと受光素子（フォトダイオード）をハウジング内に収納して構成された周知の赤外線センサを使用することができる。図面に例示するようにセンサヘッドに光ファイバ17aを接続し、その光ファイバ17aの先端を所望の測定位置21aに向けるようにするほか、温度センサ17のセンサヘッド自体を溶接部に向けて配置するとともに外乱を除去するための遮光板を設置してもよい。測定位置21aは溶融池をはずした凝固点近傍に設定するのが望ましい。たとえば、照射系移動型の場合で出射ノズル16が図の右方へ移動する場合、出射ノズル16の移動方向で見て溶融池から後方に所定距離（溶接速度やレーザ出力にもよるが、具体的数値を例示するならば20～50mm程度）離隔した位置の温度を計測する。加工物移動型でワーク21が図の左方へ移動する場合も同様である。

【0016】プラズマセンサ18は紫外線強度に基づき溶接部に発生したプラズマの強度を計測する。これにより、たとえば母材金属の過度の蒸発による溶接欠陥の有無を診断することができる。

【0017】図2に示す実施の形態は、温度センサ17'とプラズマセンサ18'を共通のハウジング31に格納したものである。このように温度センサ17'とプラズマセンサ18'を一体的に配設することにより、装置全体がコンパクトにまとまる。さらに、たとえば加工物21が大型の三次元形状の加工物である場合のようにレーザ出射ノズル16の周囲のスペースに制約がある場合などに有利な配置である。ハウジング31内には、さらに、溶接部21aからの反射光を受光するミラーMdと、ミラーMdと同軸のハーフミラーMeとを設置してあり、溶接部21aからの反射光をハーフミラーMeで分光して温度センサ17'とプラズマセンサ18'とにそれぞれ入射させるようになっている。つまり、温度センサ17'はハーフミラーMeを透過した光を受光し、プラズマセンサ18'はハーフミラーMeにて反射した光を受光する。

【0018】また、温度センサ17'の前端に黒色プロテクタ32を設置してある。この黒色プロテクタ32は、図2(b)に示すように、温度センサ17'の中心部17"だけ遮蔽（マスキング）して、溶接部からの反射光のうち溶融池に対応する部分を遮光する。ミラーMdの角度調整は、温度センサ17'を取り外してCCDカメラ（図示せず）を取り付け、CRT（25：図1参照）にてミラー中心部だけ見えるように調整してプロテクタ32を設置する。プロテクタ32は遮蔽領域の位置や面積を任意に変更できるのが望ましい。たとえば、図

2(b)の場合を例にとるならば、図中斜線で示される遮蔽領域を中心部17"に限らず図2(b)の上下左右方向に変更可能としたり、遮蔽領域の面積を広狭自在に変更可能とする。さらに、遮蔽領域は図示するような円形に限らず、たとえば上下方向または左右方向に可動のシャッタの形態をしたプロテクタを採用することもできる。

【0019】溶接品質のモニタリングには、上述の温度センサやプラズマセンサのほかにも各種のセンサが用いられる。一例として、いわゆる光切断法により溶接ビードの断面プロファイルを求め、それに基づいてビード幅や溶込み等を測定するための形状センサが挙げられる（特開平10-296481号公報等参照）。

【0020】次に、上述のような各種センサにより得られた計測データに基づいて溶接品質の良否を判定する方法について説明する。

【0021】あらかじめ、図4に示す要領で判定のための基準データを作成する。すなわち、レーザ溶接を行い、その過程に距離または時間に関してプロットした計測データを収集する。そして、溶接の良否を判定し、OKの場合はOKデータとして記録し、NGの場合はNGデータとして記録する。このようにしてデータ収集が完了したら、OKデータの平均値を求めて基準データとして記録するとともに（図3(a)の曲線Sr）、NGデータにより基準データの上下限値を経験に基づき設定する（図3(a)の曲線Sa、Sb）。計測データが曲線Sa、Sbの間の領域にあるワークは100%OKである。次に、図3(b)に示すように、上下限曲線Sa、Sbの外側に許容領域Ga、Gbを設定する。計測データが許容領域Ga、Gbを越えたワークは100%NGとなる。許容領域Ga、Gbの外側は100%NG領域であるから、許容領域Ga、Gbは100%NG領域の内側にあることになる。

【0022】実際の溶接品質の判定を図5に示す流れ図に従って説明する。溶接開始とともに各種センサによる計測を開始し、逐次データを収集する。そして、計測データが100%OKか否かの判定をする。100%OKでない場合、100%NGか否かの判定をする。100%NGでない場合には後述する手順でNGの度合いを判定する。各判断ステップにおいては100%NGとなった時点でNG信号を外部機器に出力する。

【0023】NGの度合いを判定する一つの手法としては、図3(c)に示すように、上下限曲線SaまたはSbから許容領域GaまたはGbに食み出した領域Gpについて、その積分値（面積値）が設定範囲内にあるか否かによりNGかどうかを判定する。別の手法として、図3(d)に示すように、計測値曲線Spのうち、上限曲線Saまたは下限曲線Sbから許容領域GaまたはGbに食み出した部分の時間または距離ta、tb…の積算値が設定範囲内にあるか否かによりNGかどうかを判定

する。さらに別の手法として、計測データ曲線  $S_p$  が 100%OK 領域から食み出さない範囲で上下限曲線  $S_a$  または  $S_b$  に限りなく近付くときは、100%NG とはいえないまでも不良の確率が高いので、計測データ曲線  $S_p$  の波形全体を全溶接時間または距離に関して積分し、その積分値が設定範囲内にあるか否かにより溶接品質の良否を判定するようにしてもよい。

【0024】上記各設定範囲および判定は各センサ（計測データ）毎に行うものであるが、図4の実施の形態では溶接終了後にさらに総合判定を行う。すなわち、温度センサ、プラズマセンサその他のセンサによる計測データの不良の確率、すなわち許容領域  $G_a$ 、 $G_b$  に食み出した領域の全積分値に対する%値を算出し、かつ、各センサによる不良の確率を加算して合計値が設定範囲（例えば100%、120%等）内にあるか否かにより溶接品質の良否を総合判定する。その場合、ワークや仕様に応じて各センサ（計測データ）に重み付けをして、より確度の高いモニタリングを行うことができる。

【0025】センサによって得られる計測値を時間または距離成分に関連付けて記録しておくことにより、溶接後に、異常または欠陥のワーク上における位置を特定することができる。しかしながら、図1の温度センサ17とプラズマセンサ18の場合のように、複数のセンサの測定位置が異なる場合、ある特定の時点における各センサからのデータは、異なる位置の情報であって同一の測定位置に関する情報ではない。そこで、測定位置間の距離と溶接速度に基づきデータの時間軸に補正をかけることによって、より正確で信頼性の高いモニタリングが可能となる。このような処理は制御機器のプログラム上で行なうことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】モニタリング装置の実施の形態を示す概略図である。

【図2】（a）はモニタリング装置の実施の形態を示す側面図、（b）はプロテクタの正面図である。

【図3】品質判定の手法を説明するためのグラフである。

【図4】データ収集を説明するためのフローチャートである。

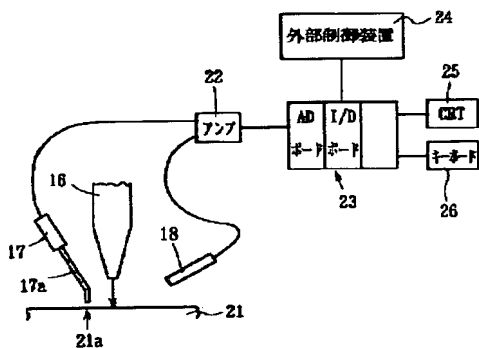
【図5】モニタリング方法を説明するためのフローチャートである。

【図6】レーザ溶接機の概略図である。

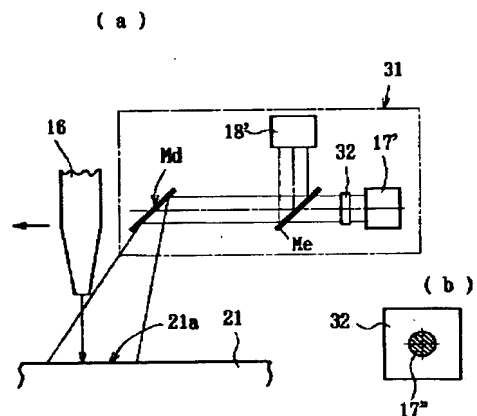
【符号の説明】

- 1 レーザ光
- 3 加工物（ワーク）
- 4 スパッタ
- 7 キーホール
- 8 プラズマ
- 9 溶融池
- 16 レーザ出射ノズル
- 17, 17' 温度センサ
- 18, 18' プラズマセンサ
- 21 ワーク
- 21a 測定位置
- 31ハウジング
- 32 プロテクタ
- $G_a$ ,  $G_b$  許容領域
- $S_a$  上限曲線
- $S_b$  下限曲線
- $S_p$  計測値曲線
- $t_a$ ,  $t_b$  時間幅

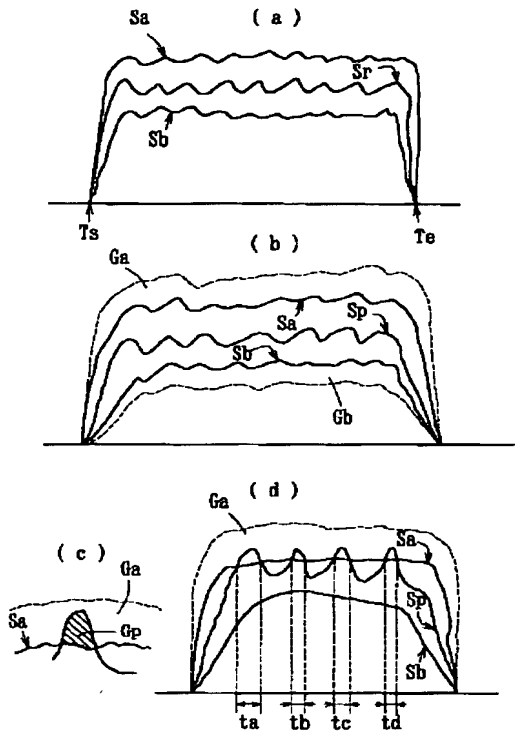
【図1】



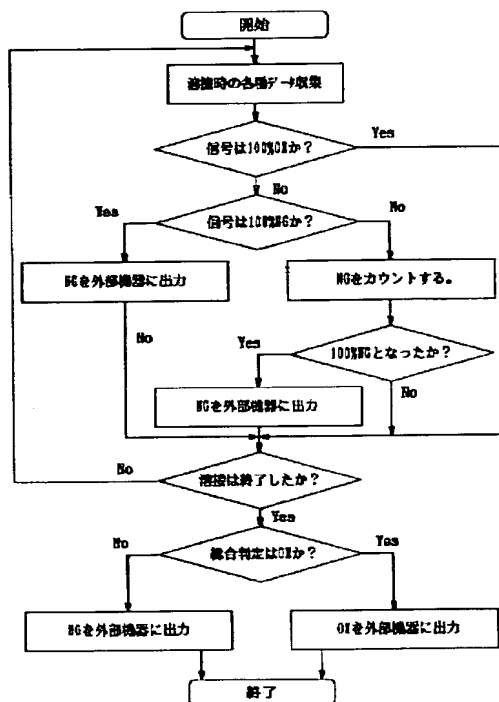
【図2】



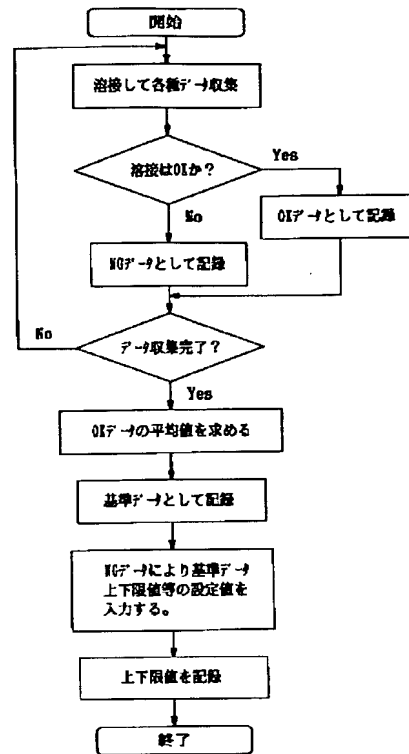
【図3】



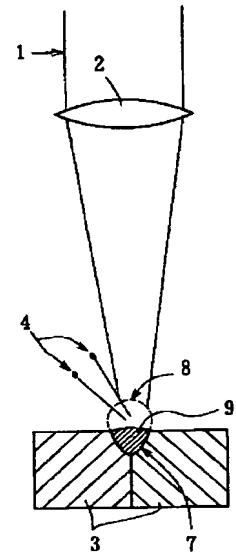
【図5】



【図4】



【図6】



(7)

特開平14-239761

フロントページの続き

F ターム(参考) 2G043 AA03 CA02 EA10 FA01 FA03  
FA06 GA25 GB01 HA05 HA09  
JA02 KA01 KA02 LA03 MA03  
NA01 NA02 NA06 NA16  
4E068 BA00 CA17 CB01 CC01 CC03





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☒ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**